

Projet n°AURG/2/161

Aval Fonio

Amélioration de l'après récolte et valorisation du fonio en Afrique

WORK PACKAGE 3

Amélioration des techniques de transformation et de stabilisation du fonio

Livrable 5

Mécanisation des opérations de lavage et dessablage du fonio



Auteurs: CRUZ Jean-François, GOLI Thierry, THAUNAY Patrice, GUINDO Fanta

Coordination générale du projet : CRUZ Jean-François (Cirad)

CIRAD (Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) – France
IER (Institut d'Économie Rurale) - Mali

Décembre 2016



Union Africaine



Union Européenne
Procédure EuropeAid

Projet n°AURG/2/161

Aval Fonio

Amélioration de l'après récolte et valorisation du fonio en Afrique

WORK PACKAGE 3

Amélioration des techniques de transformation et de stabilisation du fonio

Livrable 5

Mécanisation des opérations de lavage et dessablage du fonio

Coordination générale du projet : CRUZ Jean-François (Cirad)

CIRAD (Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) – France
IER (Institut d'Économie Rurale) - Mali

Décembre 2016

Auteurs: CRUZ Jean-François (1), GOLI Thierry (1), THAUNAY Patrice (1), GUINDO Fanta (2)

(1) Cirad (Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement)
UMR QualiSud, Département Persyst, TA B-95/16, 73 rue J.- F. Breton, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

(2) IER/LTA (Institut d'Economie Rurale – Laboratoire de Technologie Alimentaire), BP: 258, Bamako, Mali.

Ce travail a été réalisé en partenariat avec

En France

Mme BANCAL Victoria (Cirad, UMR QualiSud, WP3)

Mme LEMAITRE Virginie (Cirad, UMR QualiSud, WP3)

DELPECH Antoine (Cirad, UMR QualiSud, WP3)

FERRÉ Thierry (Cirad, UMR Innovation, WP4)

FLEURIOT Jean-Paul (Cirad, UMR QualiSud, WP3)

RICCI Julien (Cirad, UMR QualiSud, WP3)

Au Mali

Mme MARIKO Fadima (Directrice UCODAL, Bamako)

Mme DEM Halatou (Directrice Danaya Céréales, Bamako)

Mme COULIBALY Nanténé (Directrice Dado production, Bamako)

KOLA Tangara (IER, WP3)

SOUFOUNTÉRA Mamadou (IER, WP3)

SIMPARA Adama, Equipementier, Directeur IMAF et ses employés, Bamako

TOURÉ Arboncana (IMAF, Mali), Chef atelier, Bamako.

Au Burkina Faso

MÉDAH Ignace (IRSAT, Co-Responsable WP4)

BOUGMA Samuel (IRSAT, WP4)

OUATTARA Mamadou (Equipementier, Directeur SOLDEV, Bobo Dioulasso)

TRAORÉ François-Xavier (Transformateur de fonio, Directeur UTF « LAAFIA », Bobo Dioulasso)

Au Sénégal

Mme NDIAYE Aïssatou (Directrice GIE Koba Club, Kédougou)

KÉBÉ Cheikh Mouhamed Fadel (ESP-UCAD, Co-Responsable WP3)

BARRY Kéba (GIE Koba Club, Responsable production, Kédougou)

DIOUF Adrien (Lycée technique Mamba Guirassy, Kédougou)

DOUCOURÉ Moussa (Proviseur du Lycée technique Mamba Guirassy, Kédougou)

DRAMÉ Birahim (Responsable d'usine GIE Koba Club, Kédougou)

GAYE Amar (Chef de travaux au Lycée technique Mamba Guirassy, Kédougou)

Les auteurs souhaitent également remercier :

- tous les personnels des entreprises Ucodal (Mali), Danaya Céréales (Mali), Dado production (Mali), IMAF (Mali), SOLDEV (Burkina), UTF (Burkina), Koba Club (Sénégal) qui ont participé à la fabrication et aux essais des prototypes de laveurs et dessableurs de fonio.
- tous les agents des instituts de recherche qui ont participé aux différentes activités du projet Aval Fonio dans le cadre du WP3 «Amélioration des techniques de transformation et de stabilisation du fonio ».

Nota : Ce travail est soutenu financièrement par l'Union Africaine (procédure EuropeAid). Il ne reflète pas nécessairement les vues et en aucun cas ne préfigure la politique future de l'Union Africaine dans le domaine.

Photo de couverture :

Le dessableur « hydrolift » au GIE Koba Club de Kédougou au Sénégal (© V. Bancal, Cirad)

Table des matières

1. Introduction	2
2. Lavage et du dessablage du fonio	2
2.1. Lavage manuel	2
2.2. Dessablage manuel	2
2.3. Mécanisation des opérations	3
3. Mécanisation du lavage	3
3.1. Tests préliminaires de différents prototypes	3
3.1.1. Laveur à hélice	3
3.1.2. Différents laveurs fabriqués au Mali	4
3.2. Utilisation de laveurs rotatifs	5
4. Mécanisation du dessablage	5
4.1. Mise au point d'une méthode de mesure du sable dans le fonio	6
4.2. Conception et expérimentation d'une maquette d' <i>hydrolift</i>	7
4.2.1. Historique	7
4.2.2. Conception d'une nouvelle maquette de dessableur <i>hydrolift</i>	7
4.2.3. Plan d'expérience pour évaluer les performances de la maquette <i>hydrolift</i>	8
4.3. Réalisation de prototypes du dessableur <i>hydrolift</i>	9
4.3.1. Prototype « <i>dessableur hydrolift 01</i> »	9
4.3.2. Prototype « <i>dessableur hydrolift 02</i> »	10
4.3.3. Présérie de 2 dessableurs <i>hydrolift</i>	11
5. Conclusion	12
6. Bibliographie	13

1. Introduction

Pour obtenir un fonio de qualité après décortiquage et blanchiment, il est indispensable d'éliminer tout le son et le sable mélangés aux grains en lavant les grains plusieurs fois. Les transformatrices ont l'habitude de dire que le lavage et le dessablage sont des opérations difficiles qui nécessitent « beaucoup de patience et beaucoup d'eau ». Aujourd'hui, les demandes des groupements de femmes transformatrices ou des petites agro-industries de transformation portent en priorité sur la mise au point d'équipements de lavage et de dessablage spécialement adaptés à leur besoins.

2. Lavage et du dessablage du fonio

2.1. Lavage manuel

Les femmes réalisent le lavage traditionnel du fonio en versant les grains blanchis dans une grande calebasse remplie d'eau claire, puis en les brassant à la main pour bien décoller les impuretés (figure 1). Les grains de fonio tombent au fond de la calebasse alors que les particules fines surnagent et sont éliminées en versant l'eau de surface dans un autre récipient. Cette opération de lavage peut être répétée plusieurs fois selon la propreté obtenue.



Figure 1. Lavage manuel du fonio (© Cruz, Cirad).

2.2. Dessablage manuel

Après le lavage, les femmes procèdent au dessablage qui consiste en l'élimination minutieuse des grains de sable présents dans le fonio. De l'eau claire est apportée au fonio préalablement lavé, puis le mélange est lentement versé dans un récipient plus grand (calebasse ou bassine). Les grains de fonio, plus légers, sont entraînés avec l'eau ainsi transvasée (figure 2), alors que les sables, plus lourds, restent au fond de la première calebasse (figure 3). Cette opération traditionnelle de « dessablage » ressemble beaucoup à l'opération d'orpaillage à l'aide d'une batée. La qualité de la séparation dépend essentiellement du savoir-faire de l'opératrice qui renouvelle l'opération plusieurs fois jusqu'à ce qu'elle considère qu'il n'y a plus de sable mélangé aux grains (Cruz *et al.*, 2011).



Figure 2. Dessablage manuel (© Martin, 2013)



Figure 3. Sable éliminé (© P. Thaunay, Cirad)

2.3. Mécanisation des opérations

Des premières tentatives de mécanisation du lavage et du dessablage ont été entreprises par les précédents projets Fonio. Elles ont conduit à la conception de modules de lavage (laveur à hélice) et de dessablage (dessableur hydrolift) mais qui sont restées au stade de maquettes.

Dans le cadre du WP3 «Amélioration des technologies de transformation et de stabilisation du fonio technologies post-récolte du fonio», du projet Aval Fonio (figure 4), les activités ont consisté à repartir des premières études et des premières maquettes réalisées pour concevoir et tester des prototypes de laveur et de dessableur pour répondre aux besoins des petites entreprises de transformation ou des groupements de femmes transformatrices de fonio (Cruz *et al.*, 2016a).

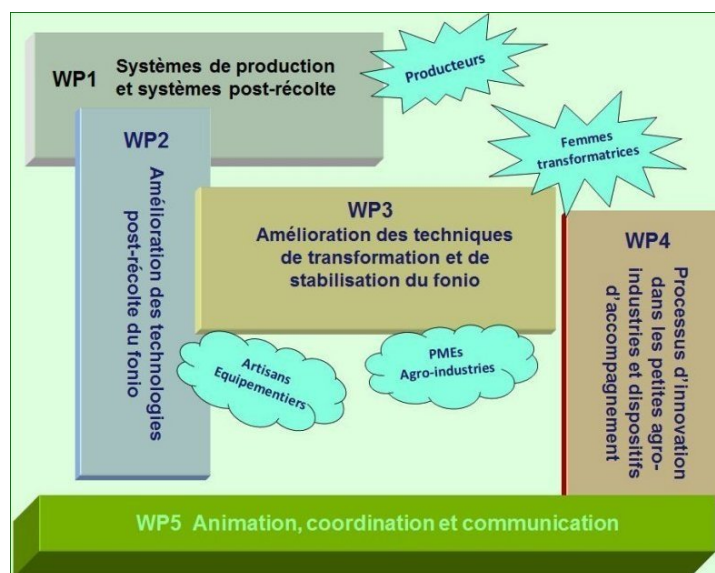


Figure 4. Schéma des workpackages du projet Aval Fonio (© J-F Cruz, Cirad)

3. Mécanisation du lavage

3.1. Tests préliminaires de différents prototypes

3.1.1. Laveur à hélice

En 2001, dans le cadre du projet CFC Fonio, le Cirad avait conçu un prototype de laveur à hélice selon le schéma ci-dessous (figure 5).

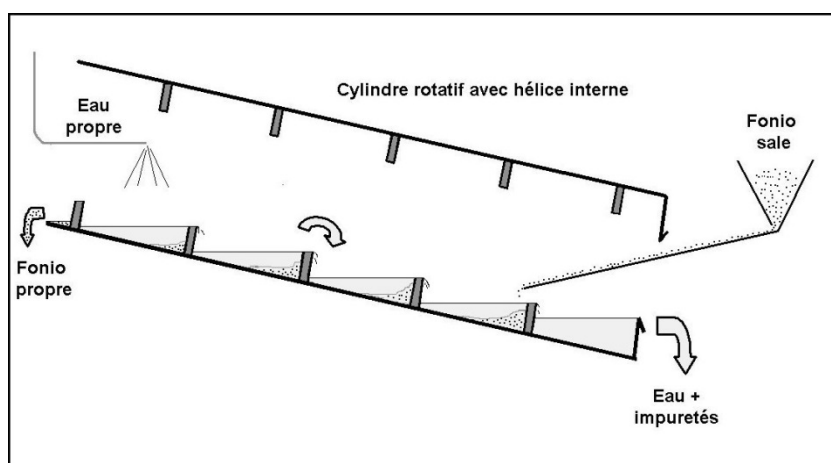


Figure 5. Schéma du laveur à hélice conçu par le Cirad (© Cruz *et al.*, 2011)

Le laveur est constitué d'un cylindre à hélice incliné, alimenté en grains à laver dans la partie basse et en eau de lavage dans la partie haute. La rotation du cylindre à hélice permet le brassage et la remontée des grains en partie haute. L'eau introduite qui se charge progressivement en

impuretés est évacuée en partie basse. Sur le premier prototype constitué du tube de 30 cm de diamètre (figure 6), des débits de 30 à 50 kg/h avaient été obtenus.



Figure 6. Prototype du laveur à hélice réalisé au Cirad (© C. Marouzé, Cirad)

Un premier prototype a été mis en fabrication en 2002 au Mali par l'artisan Baba Coulibaly Nétou mais sans être totalement fonctionnel et les tests complets n'ont pas pu être finalisés. Dans le cadre du projet Aval Fonio, les partenaires ont jugé que la conception de ce matériel était trop complexe pour qu'il soit aisément réalisable par les artisans locaux (notamment la fabrication de l'hélice).

3.1.2. Différents laveurs fabriqués au Mali

En 2013, le Laboratoire de Technologie Alimentaire (LTA/IER) a identifié plusieurs prototypes de laveurs développés au Mali :

- Des laveurs d'une capacité de 10 à 15 kg de fonio (avec 100 l d'eau !), à fonctionnement manuel, proposés par l'artisan Nana Philémon (figure 7).
- Un laveur d'une capacité de 60 kg de fonio (figure 8) proposé par la société MOD Engineering. Cet équipement est déjà installé dans une petite entreprise de Bamako «Dado production».

Bien que ces machines soient présentées comme des laveurs/dessableurs par leurs constructeurs, les observations faites par le LTA permettent de conclure qu'il s'agit plutôt de simples laveurs car «le sable reste toujours présent dans le fonio lavé».



Figure 7. Laveur manuel (© F. Guindo, IER)



Figure 8 Laveur Mod Engineering (© F. Guindo, IER)

Les essais réalisés par le LTA sur les petits laveurs manuels n'ont pas donné de bons résultats.

Le LTA a également réalisés des tests du laveur MOD Engineering dans l'entreprise de transformation du fonio « Dado production » de Bamako. Les essais ont porté sur le lavage de lots de 40 kg de fonio décortiqué et blanchi.

Les conclusions des essais ont été les suivantes :

- Le laveur permet de réduire la grande pénibilité du brassage manuel initial mais il réalise un travail incomplet car il reste indispensable de compléter ce brassage mécanique par un lavage/rinçage manuel.
- Les consommations d'eau et la durée de lavage sont comparables à celles du lavage manuel.
- L'équipement n'est pas utilisable comme dessableur.

Les résultats obtenus avec le laveur manuel et le laveur Mod Engineering n'ont pas été probants et les équipements n'ont pas été validés (Cruz *et al.*, 2016b)

3.2. Utilisation de laveurs rotatifs

L'idée d'utiliser des laveurs rotatifs de type 'bétonnière » a été proposée par le Cirad lors de la mission de coordination réalisée à Bamako en mars 2014 et d'une visite effectuée à la Société Ucodal (Cruz, 2014).

Le lavage au moyen de laveurs rotatifs électriques de série a ainsi été testé par le Cirad en atelier pilote à Montpellier et par l'IER à la Société Ucodal à Bamako. Ce modèle a été choisi pour sa simplicité, son faible coût et parce qu'il utilise un principe de brassage en excès d'eau proche de celui qui est mis en œuvre lors du lavage manuel traditionnel.



Figure 9. Laveur rotatif au Cirad (© Cruz, Cirad)



Figure 10. Essai du laveur rotatif au Mali (© IER)

Les résultats des essais réalisés en 2014 au Mali ont été confirmés en 2015 sur la plateforme agro-alimentaire du Cirad, dans le cadre de la mise au point de la première ligne prototype de lavage-dessablage.

Un prélavage de deux minutes, suivi d'un lavage de finition d'une à deux minutes permettent d'obtenir un produit d'une propreté compatible avec les contraintes du dessablage mécanisé en aval. Le niveau de pénibilité est très faible en comparaison du lavage manuel, et les temps de travail ainsi que les quantités d'eau nécessaires sont également à l'avantage du lavage mécanisé.

Les spécialistes en mécanisation considèrent donc que cet équipement est validé pour le lavage du fonio blanchi.

4. Mécanisation du dessablage

Le dessablage consiste à éliminer les sables présents dans les grains de fonio blanchi par de nombreuses opérations successives de séparation réalisées à l'aide de calebasses.

Pour mécaniser cette opération de dessablage, les actions de recherche ont porté sur :

- la mise au point d'une méthode de mesure de la quantité de sable dans un échantillon de fonio,
- la conception et l'expérimentation en laboratoire d'une maquette de dessableur « hydrolift »,
- la réalisation et l'expérimentation en milieu réel de prototypes de dessableurs « hydrolift ».

4.1. Mise au point d'une méthode de mesure du sable dans le fonio

Pour resituer l'ordre de grandeur des teneurs en sable dans le fonio, des mesures effectuées par comptage sous loupe binoculaire ont montré que le fonio décortiqué et blanchi avant dessablage contenait environ 3% de sable, tandis que la teneur en sable du fonio dessablé traditionnellement avoisine 0,01% (mesure sensorielle faite sur du fonio commercial). La méthode à identifier doit être sensible dans l'intervalle de 0 à 3% de sable et présenter un seuil de quantification de l'ordre de 0,01% (p/p) dans le fonio (Goli *et al.*, 2014).



Figure 11. Grains de sable dans du fonio blanchi (© J-F. Cruz, Cirad)

Le Cirad a mené une étude pour quantifier le sable dans le fonio selon plusieurs méthodes:

- Calcination à 600°C (laboratoire Cirad)
- Solubilisation de l'amidon et dosage de la silice (laboratoire Cirad)
- Diffraction aux rayons-X (laboratoire Institut Européen des Membranes)
- Spectrométrie Proche Infrarouge – SPIR (ou NIRS laboratoire Cirad)
- Analyse sensorielle (laboratoire Cirad)

Quelle que soit la méthode de laboratoire retenue, il faut chercher à établir une corrélation avec l'analyse sensorielle. Des tests réalisés au laboratoire d'analyses sensorielles du Cirad à Montpellier (figure 12) sur des échantillons de 5 grammes de fonio consommés par juge ont montré que le sable était aisément détectable au taux de 0,008 %.



Figure 12. Tests d'analyses sensorielles au Cirad (© T.Goli, Cirad)

Les résultats de l'étude réalisée par le Cirad sont consignés dans le livrable n° 8. « Quantification du sable dans le fonio » (Goli *et al.*, 2016)

4.2. Conception et expérimentation d'une maquette d'hydrolift

4.2.1. Historique

4.2.1.1. Conception initiale de l'hydrolift

C'est dans le cadre du premier projet CFC Fonio qu'un dispositif de dessablage appelé «hydrolift» a été conçu au Cirad en 2001.

La première maquette de dessableur hydrolift était constituée d'un tube vertical alimenté en eau, en partie basse, par une pompe (figure 13).

Le fonio blanchi contenant des impuretés (sables) est introduit à mi-hauteur par un tube central, avec un filet d'eau qui facilite la descente du grain.

Le débit principal d'eau est réglé pour que les grains de fonio soient entraînés par le flux d'eau. Après débordement en partie haute, les grains sont récupérés au niveau d'un tamis et l'eau est réintroduite dans le circuit.

Dans le tube central, les sables, plus lourds, tombent malgré le flux d'eau et sont arrêtés par une grille inclinée et dirigés vers un cylindre adjacent où ils sont récupérés en fin d'opération.

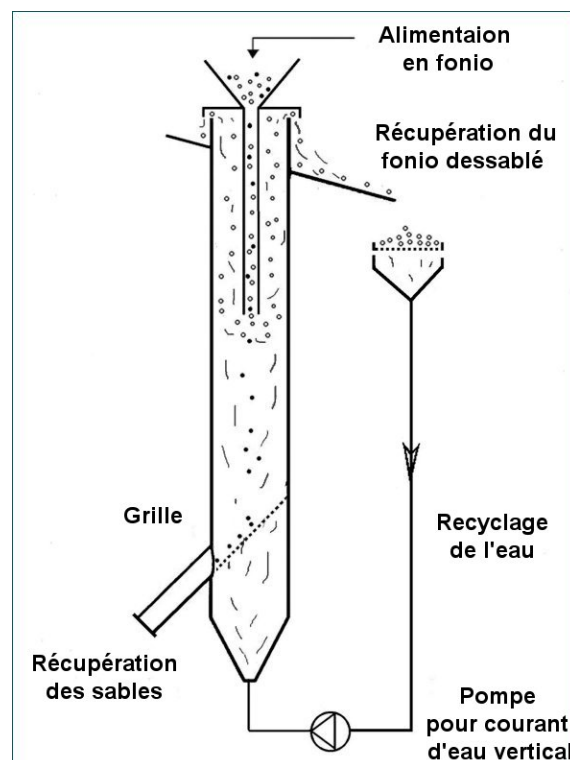


Figure 13. Schéma de l'hydrolift (Cruz *et al.*, 2011).

4.2.1.2. Essais préliminaires de l'hydrolift



Figure 14. Prototype hydrolift (D. Dramé, IER).

En 2003, un premier prototype a été testé au Laboratoire de Technologie Alimentaire à Bamako au Mali (figure 14).

Il a permis d'éliminer jusqu'à 90 % des sables, mais cela restait insuffisant car un fonio de qualité doit être totalement exempt de sable.

On avait considéré, à l'époque, que son utilisation pouvait cependant être intéressante car elle permettait de réduire le nombre de lavages manuels réalisés par les transformatrices, mais aussi d'économiser l'eau grâce à un fonctionnement en circuit fermé (Cruz *et al.*, 2004).

4.2.2. Conception d'une nouvelle maquette de dessableur hydrolift

Dans le cadre du WP3 «Amélioration des technologies de transformation et de stabilisation du fonio technologies post-récolte du fonio», il s'est agi de repartir des premières études réalisées au début des années 2000 pour concevoir une nouvelle maquette d'hydrolift. Après validation, cette maquette doit permettre de concevoir un premier prototype de dessableur pouvant être testé au niveau des PME transformatrices de fonio.

En 2013, une analyse fonctionnelle de l'opération de dessablage a confirmé la pertinence du principe et de la maquette « Hydrolift » conçue par le Cirad en 2001 (Blanc, 2013). Une nouvelle maquette d'hydrolift a donc été fabriquée et testée en laboratoire (figure 15).



Figure 15. Nouvelle maquette de l'hydrolift testée au Cirad (© J-F. Cruz, Cirad)

4.2.3. Plan d'expérience pour évaluer les performances de la maquette *hydrolift*

Différents essais de la maquette réalisés au Cirad de Montpellier ont permis d'ajuster plusieurs paramètres pour optimiser l'hydraulique du système afin d'homogénéiser les débits d'eau dans la colonne de séparation fonio/sable et de réguler l'alimentation en fonio humide.

Sur la base d'essais préliminaires, un plan d'expérience (figure 16) a été défini pour évaluer les performances optimales de l'hydrolift. Il a suivi le protocole suivant :

- Détermination du type de plan (plan factoriel complet 3^2 , avec répétitions du point central)
- Détermination des variables indépendantes influentes et des bornes du domaine expérimental
 - Débit de fonio: 70 à 130 kg/h de fonio humide
 - Débit d'eau: 60 à 80 l/min.

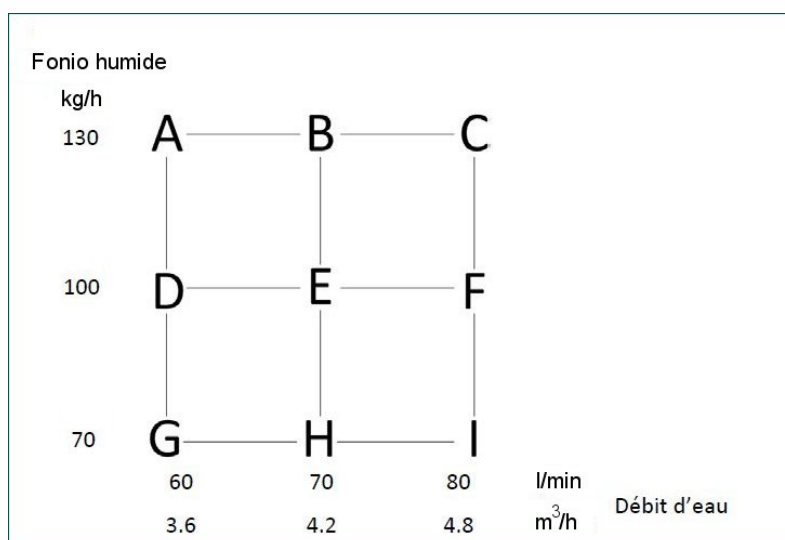


Figure 16. Schéma du plan d'expérience

- Détermination des variables réponse:
 - Y1 = fonio «écarté»
 - Y2 = La teneur en sable résiduel dans le fonio dessablé

Les essais ont permis de montrer l'effet prépondérant du débit d'eau dans la colonne de dessablage alors que le débit d'alimentation en fonio n'influe pas sur les réponses, dans le domaine expérimental choisi (Cruz *et al.*, 2016b).

On a pu noter que le facteur principal (débit d'eau) a un effet :

- négatif sur la quantité de fonio écarté (lorsque le débit augmente, la quantité de fonio écarté diminue)
- positif sur la quantité de sable résiduel (lorsque le débit augmente, la quantité de sable dans le fonio dessablé augmente)

La figure 17 ci-dessous donne les courbes d'isorréponses du fonio écarté en fonction du débit d'eau et du débit d'alimentation en fonio humide à dessabler. Les zones de réglage optimal des facteurs ont été matérialisées en tirets rose pour la teneur en sable résiduel, et en bleu pour la quantité de fonio écarté.

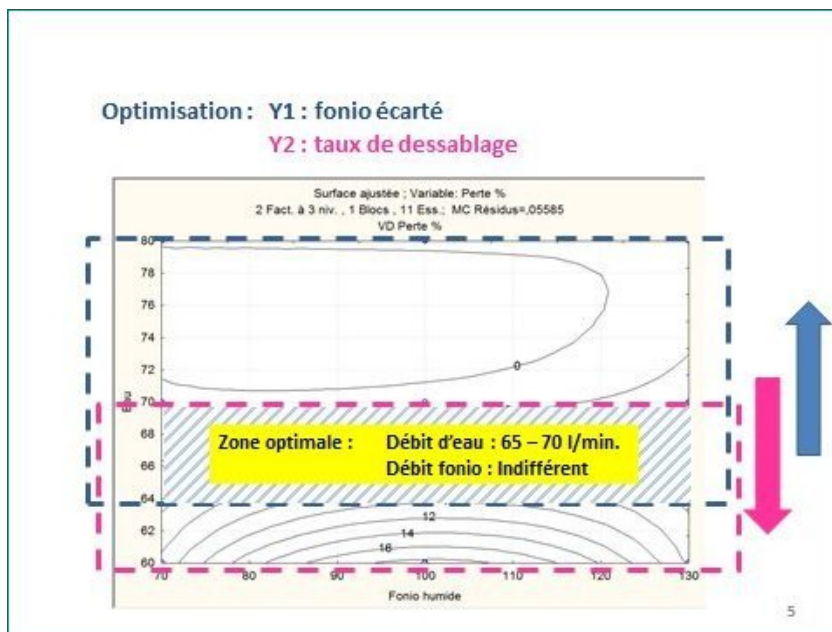


Figure 17 Courbes d'isorréponses: fonio écarté en fonction des débits d'eau et de fonio (© T. Goli, Cirad)

Il apparaît nécessaire de trouver un compromis, car le facteur débit d'eau, principale variable de réglage de l'hydrolift, présente un effet antagoniste sur les objectifs recherchés qui sont :

- minimiser le fonio écarté : flèche bleue vers le haut
- minimiser la teneur en sable : flèche rose vers le bas

L'analyse des résultats permet ainsi de conclure qu'un débit d'eau intermédiaire, de l'ordre de 65 à 70 l/min est à privilégier dans la conception du prototype à diffuser (Cruz *et al.*, 2016a).

Un essai de validation a montré que pour un débit de 130 kg de fonio humide par heure, et un débit d'eau de 65 à 70 l/min, on obtient les réponses suivantes :

- 0,005 à 0,015% de sable (p/p)
- 5 à 10% de fonio écarté dans la sortie destinée au rebut.

4.3. Réalisation de prototypes du dessableur *hydrolift*

4.3.1. Prototype « *dessableur hydrolift 01* »

Les bons résultats de dessablage du fonio obtenus en laboratoire avec la maquette expérimentale ont permis d'aboutir à la conception d'un premier prototype appelé « dessableur hydrolift 01 ».

L'équipement a été construit à Montpellier au début 2015 puis envoyé à la société IMAF de Bamako pour la réalisation du châssis et les périphériques (trémie, auges de récupération...) complétant ainsi l'ensemble du prototype.

Puis le dessableur hydrolift 01 a été installé à la société Ucodal de Bamako pour y être testé en conditions réelles d'utilisation (figure 18). Les premiers essais, réalisés ont permis d'obtenir un débit de fonio d'environ 100 kg/h avec un débit d'eau de 60 l/mn. Le taux de sable résiduel dans le fonio après passage dans l'hydrolift a été mesuré comme inférieur à 200 ppm.

Le suivi du fonctionnement du dessableur, intégré dans la chaîne de production de la société Ucodal, a été réalisé courant 2015 avec l'appui de l'IER. Le dessableur a permis de traiter 450 à 500 kg de fonio par jour. En 2016, quelques modifications ont été apportées à l'équipement (débitmètre, filtre à eau...) qui ont permis d'améliorer son fonctionnement pour atteindre 500 à 800 kg par jour.



Figure 18. Le dessableur hydrolift 01 en fonctionnement à la Société Ucodal au Mali (© P. Thauay, Cirad)

La société Ucodal est très satisfaite de l'équipement qui lui permet de gagner du temps pour cette opération de dessablage. En effet, le dessablage manuel traditionnel de 800 kg de fonio mobilise 18 femmes pour une durée journalière de 9 heures alors que le dessablage de 800 kg de fonio avec le dessableur hydrolift mobilise seulement 10 femmes durant une durée de 8 heures. La main d'œuvre ainsi libérée peut alors être employée à d'autres tâches moins pénibles. La société envisage d'investir dans une seconde machine pour accroître sa production (Cruz *et al.*, 2016a)

4.3.2. Prototype « *dessableur hydrolift 02* »

Le suivi des tests en production du dessableur hydrolift 01 a permis d'identifier quelques possibilités d'amélioration et a conduit à la conception d'un second prototype appelé «*dessableur hydrolift 02*» (figure 19). Ce prototype amélioré a été construit à Montpellier fin 2015 puis envoyé, début 2016, à l'équipementier IMAF de Bamako pour la réalisation du châssis et des périphériques.

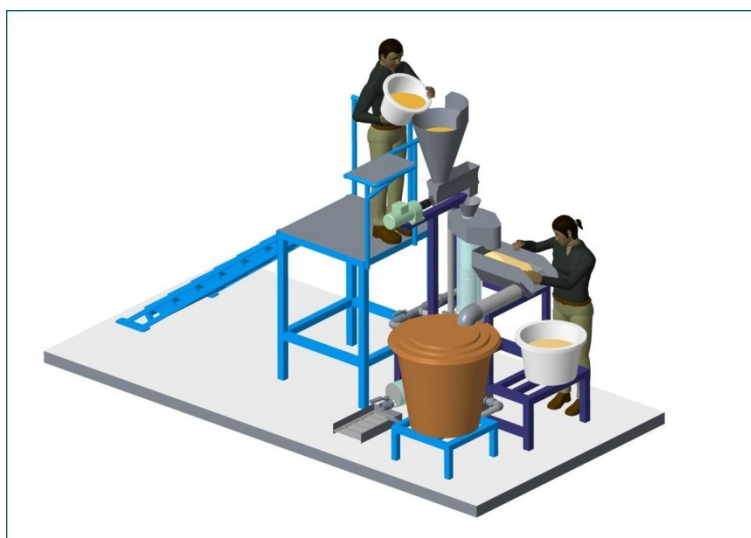


Figure 19. Dessin du dessableur hydrolift 02 (© P. Thauay, Cirad)

Ce prototype amélioré a été installé à la société Danaya Céréales de Bamako pour y être testé en conditions réelles d'utilisation (figure 20). Le suivi de l'équipement a été réalisé en avril-mai 2016 avec l'appui du Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'IER.

L'analyse des résultats du suivi technique montre que le débit de la machine a pu atteindre 130 kg/h, voire 150 kg/h, avec un taux résiduel de sable considéré comme satisfaisant par les opératrices. Intégré dans la chaîne de production de la société Danaya Céréales, le dessableur hydrolift 02 a pu dessabler 500 kg de fonio par jour (Cruz *et al.*, 2016b).



Figure 20. Le dessableur hydrolift 02 chez Danaya Céréales à Bamako (© P. Thaunay, Cirad)

4.3.3. Présérie de 2 dessableurs *hydrolift*

Les 2 premiers prototypes de dessableurs hydrolift, placés dans les 2 PME Ucodal et Danaya Céréales de Bamako au Mali, ont permis d'obtenir de très bons résultats de dessablage du fonio dans des conditions réelles d'utilisation.

Il a alors été décidé de réaliser une présérie de 2 dessableurs hydrolift pour équiper 2 nouvelles PME transformatrices de fonio respectivement au Burkina Faso et au Sénégal (Cruz *et al.*, 2016c).

La présérie a été réalisée au Cirad de Montpellier au début de l'année 2016. Un premier hydrolift a été expédié à l'entreprise Soldev (fabrication métallique) de Bobo Dioulasso (Burkina Faso) pour réaliser le châssis et les périphériques. En avril 2016, à l'occasion d'une mission conjointe Cirad et IRSAT, le premier hydrolift a été installé dans la nouvelle entreprise UTF (Unité de Transformation du Fonio) que son promoteur (François Xavier Traoré de Bomborokuy) a implanté à Bobo Dioulasso. Intégré dans la chaîne de production, le dessableur hydrolift fonctionne à un débit de 80 à 100 kg/h.



Figure 21. Le dessableur hydrolift à Bobo Dioulasso (© V. Bancal, Cirad)

Fabriqué également au Cirad de Montpellier au début de l'année 2016, un second hydrolift a été expédié au Sénégal Oriental. C'est l'entreprise Soldev (fabrication métallique) de Bobo Dioulasso (Burkina Faso) qui a réalisé le châssis et les périphériques. Le matériel a été envoyé au lycée technique Mamba Guirassy de Kédougou (Sénégal Oriental) pour que le montage final puisse être réalisé avec l'appui du Cirad.

Puis, en mai 2016, le dessableur hydrolift a été installé par le Cirad dans le GIE "Koba Club" de Kédougou (figure 22). En conditions réelles d'utilisation, le matériel permet de dessabler le fonio à un débit d'environ 100 kg/h. Intégré dans la chaîne de production du GIE « Koba Club", le dessableur hydrolift traite 200 kg de fonio par jour mais devrait permettre d'atteindre, à termes, 500 kg par jour (Cruz *et al.*, 2016b).



Figure 22. Installation du dessableur hydrolift à Kédougou au Sénégal Oriental (© V. Bancal, Cirad)

5. Conclusion

Le dessableur hydrolift mis au point dans le cadre du projet Aval Fonio répond au cahier des charges fixé par les chercheurs en partenariat avec les opérateurs. Il permet de dessabler le fonio à un débit voisin de 100 kg/h et avec un taux résiduel de sable dans le fonio inférieur à 200 ppm. Les opérateurs privés sont satisfaits des bonnes performances observées en conditions réelles d'utilisation aussi bien au Mali, qu'au Burkina Faso et au Sénégal Oriental. Les spécialistes en mécanisation considèrent donc que cet équipement est validé pour le dessablage du fonio transformé.

Des entreprises locales comme IMAF au Mali et SOLDEV au Burkina Faso ont été formées pour assurer une partie de la fabrication de l'équipement. Etant donnée sa capacité importante, cet équipement est réservé à des petites entreprises susceptibles de traiter annuellement au moins une cinquantaine de tonnes de fonio.

6. Bibliographie

- Blanc N. 2013. Recherche et étude de principes permettant le lavage et dessablage du fonio. Master 1 de mécanique. Université de Montpellier 2. Cirad. Montpellier, France. 58 p. + annexes
- Cruz J-F. 2014. Amélioration de l'après récolte et valorisation du fonio en Afrique. Projet Aval Fonio. Rapport annuel janvier à décembre 2014. Cirad –Persyst, Montpellier, France, 36 p.
- Cruz J-F., Goli T., Ferré T., Thaunay P. 2016a. Amélioration de l'après récolte et valorisation du fonio en Afrique. Projet Aval Fonio. Rapport scientifique et technique final. Cirad-Persyst, Montpellier, France, 48 p.
- Cruz J-F., Goli T., Ferré T., Thaunay P. 2016b. Amélioration de l'après récolte et valorisation du fonio en Afrique. Projet Aval Fonio. Rapport annuel 2015-2016. Cirad-Persyst, Montpellier, France, 47 p.
- Cruz J-F., Béavogui F., Dramé D. 2011. Le fonio, une céréale africaine. Collection Agricultures tropicales en Poche, Quae, Cta, Presses agronomiques de Gembloux, 175 p.
- Cruz J-F., Dramé D., Diallo T.A., Son G. 2004. Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Projet CFC/IGG – (FIGG/02). Rapport Annuel des activités (juillet 2002 à décembre 2003) n°8/04: Cirad-IER-IRAG-IRSAT. Cirad, Montpellier. France. 38 p + annexes
- Goli T., Thaunay P., Ricci J., Prades A., Guindo F., Babre D., Cruz J-F., 2016. Quantification du sable dans le fonio. Projet Aval Fonio - Livrable 8. Cirad, Montpellier, France. p.
- Goli T., Thaunay P., Ricci J., Prades A., Bore Guindo F., Babre D., Van de Lee A., Cruz J.-F. 2014. Procédés de dessablage du fonio: Détermination de la teneur en sable. Congrès AFTER, projet européen sur la Valorisation des produits traditionnels africains. Dakar, Sénégal. 1 poster.
- Martin C. 2013. Analyse des processus d'innovation dans la transformation du fonio au Burkina Faso. Projet Aval Fonio. Mémoire de fin d'étude. Montpellier SupAgro. Spécialité Systèmes Agricoles et agroalimentaires durables au Sud (SAADS). Montpellier, France. 110p. + annexes

